



FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA – FEF

LUCAS M. DE CASTRO - 120036428

IVAN DE B.F. LUGON - 120013631

DIFERENÇA NA ATIVAÇÃO ELETROMIOGRÁFICA DO MÚSCULO TRÍCEPS BRAQUIAL
DURANTE OS EXERCÍCIOS DE SUPINO RETO E EXTENSÃO DE COTOVELO NA POLIA

Brasília – DF
Junho de 2016

**LUCAS MARQUES DE CASTRO
IVAN DE BRITO FERREIRA LUGON**

**DIFERENÇA NA ATIVAÇÃO ELETROMIOGRÁFICA DO MÚSCULO
TRÍCEPS BRAQUIAL DURANTE OS EXERCÍCIOS DE SUPINO RETO
E EXTENSÃO DE COTOVELO NA POLIA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado para a faculdade de Educação Física da Universidade de Brasília como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Educação Física.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Claudia Pereira

BRASILIA
2016

Sumário

Introdução	4
Materiais e métodos.....	5
<i>Amostra</i>	<i>5</i>
<i>Procedimentos experimentais</i>	<i>6</i>
<i>Teste de 10-RM.....</i>	<i>6</i>
<i>Eletromiografia de superfície (EMG-S).....</i>	<i>7</i>
<i>Análise estatística.....</i>	<i>8</i>
Resultados.....	8
Discussão	9
Conclusão.....	10
Referências Bibliográficas	11

Introdução

Atualmente, o treinamento resistido é recomendando como um dos mais importantes componentes de um programa de atividades físicas (ACSM, 2009) e uma das modalidades mais praticadas pela população em geral. Crianças, jovens, adultos e idosos, de ambos os sexos, estão engajados em programas de treinamento de força com fins estéticos ou preventivos e, em número mais reduzido, mas ainda representativo, com o objetivo de melhorar o desempenho esportivo (LIMA, 2006).

Nesse contexto, sabe-se que a escolha do tipo de movimento utilizado é considerada uma importante variável de treino a ser manipulada com a finalidade de aumentar a eficácia de determinado programa de treinamento (ACSM, 2009). O tipo de exercício em si, pode e tem sido comumente classificado como monoarticular e multiarticular (GENTIL et al. 2013).

Diversos estudos foram feitos com o intuito de verificar as respostas agudas e crônicas decorrentes da utilização de exercícios monoarticulares e multiarticulares (SOARES et al. 2015; GENTIL et al. 2015; GENTIL et al. 2013; ROCHA JUNIOR et al. 2010; BRENNECKE et al. 2009; SALLES et al. 2008; GENTIL et al. 2007; ROCHA JUNIOR et al. 2007).

No estudo de Rocha Junior et al. (2007), foi comparada a ativação eletromiográfica dos músculos peitoral maior, deltóide anterior e tríceps braquial durante dez repetições máximas (10-RM) nos exercícios supino reto e crucifixo. Não foram encontradas diferenças significativas entre ambos os exercícios para a ativação dos músculos peitoral maior e deltóide anterior. Entretanto, no supino reto, a ativação dos músculos peitoral maior e deltóide anterior foi significativamente maior do que a do tríceps braquial.

Gentil et al. (2013), submeteram 34 homens jovens sem experiência em treino de força a um programa de treinamento de 10 semanas para membros superiores. Os voluntários foram aleatoriamente divididos em dois grupos: grupo que realizou apenas exercícios multiarticulares (supino e puxada) e grupo que realizou exercícios multiarticulares e monoarticulares (supino, puxada, extensão de cotovelo e flexão de cotovelo). Foram encontrados ganhos significativos e

similares em ambos os grupos para o pico de torque e a espessura da musculatura avaliada (flexor de cotovelo do braço direito). No entanto, Soares et al.(2015) avaliaram o dano muscular induzido no músculo bíceps braquial por exercício monoarticular e por exercício multiarticular em 16 sujeitos homens altamente treinados. Após realizarem 8 séries de 10 repetições máximas para o exercício multiarticular remada sentada com um dos braços e 8 séries de 10 repetições máximas no exercício monoarticular rosca bíceps com o outro braço, os autores verificaram um dano muscular significativamente maior causado pelo exercício monoarticular em relação ao dano causado pelo exercício multiarticular.

Sendo assim, apesar da comum utilização de exercícios monoarticulares em programas de treinamento com a finalidade de exigir mais, de alguma forma, de uma musculatura específica, o embasamento para isso parece estar pautado em poucas ou até mesmo divergentes evidências científicas. Não foram encontrados na literatura trabalhos que comparassem a ativação isolada do músculo tríceps braquial com a sua ativação durante o exercício multiarticular em indivíduos treinados. Portanto, o objetivo do presente estudo foi comparar a ativação eletromiográfica do músculo tríceps braquial durante exercício monoarticular e multiarticular realizados com repetições máximas.

Materiais e métodos

Amostra

A amostra foi composta por 13 indivíduos do sexo masculino ($21,42 \pm 1,62$ anos; $179 \pm 7,49$ cm; $79,42 \pm 7,25$ kg) com experiência em treinamento de força de no mínimo um ano, e pelo menos seis meses de treinos ininterruptos. Todos os voluntários assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido antes do início das coletas de dados contendo explicações dos riscos e benefícios do estudo. O estudo foi previamente aprovado pelo Comitê de Ética da Faculdade de Ciências da Saúde – Universidade de Brasília.

Procedimentos experimentais

As coletas de dados foram realizadas no Laboratório de Processamento de Sinais Biológicos e Controle Motor da Faculdade de Educação Física da UnB. Os voluntários precisaram comparecer ao laboratório em dois dias distintos e com uma semana de intervalo entre eles. No primeiro dia, após assinatura do termo de consentimento, os voluntários foram submetidos ao teste de dez repetições máximas (10-RM) para os exercícios supino reto com barra (SR) e extensão de cotovelo na polia (TP), seguindo ordem contrabalanceada. Na segunda visita ao laboratório, foram coletados os dados de eletromiografia de superfície durante os mesmos exercícios com a carga pré-determinada na semana anterior, também seguindo ordem contrabalanceada.

Teste de 10-RM

Foram realizados testes de 10-RM para os exercícios SR e TP a fim de determinar as cargas com as quais os voluntários seriam capazes de executar dez movimentos completos e consecutivos com a cadência de dois segundos para a fase concêntrica e dois segundos para a fase excêntrica (MELCHIORRI et al. 2001). Com o objetivo de auxiliar os sujeitos a manter a cadência do movimento, foi utilizado um metrônomo digital e para que os voluntários sincronizassem suas ações de início e final do movimento com o sinal sonoro. Foi respeitado um intervalo de 20 minutos entre os testes para os exercícios SR e TP, seguindo ordem contrabalanceada. Foram realizadas no máximo três tentativas para se encontrar a carga máxima em cada exercício, com um intervalo de cinco minutos entre elas. O protocolo para o teste de 10 RM seguiu as recomendações de Simão et al. (2005).

Os voluntários receberam ainda, por parte dos avaliadores, estímulo verbal para realização dos testes bem como *feedback* quanto ao ritmo de realização das repetições. O exercício de supino reto foi realizado com barra e anilhas em um banco com suporte (Rotech fitness®) e a extensão de cotovelo foi realizada em uma máquina com polia alta (Gervasport fitness equipment®).

Eletromiografia de superfície (EMG-S)

Para a coleta do sinal eletromiográfico foi utilizado um eletromiógrafo Delsys Bagnoli 2 (DelSys Inc., Boston, MA, EUA) com eletrodos bipolares ativos de Ag/AgCl, colocados sobre a cabeça longa do músculo tríceps braquial do membro dominante de cada voluntário. O eletrodo foi posicionado a 50% da distância entre o olécrano e o acrômio, paralelamente à fibra muscular, seguindo recomendações do SENIAM – *Surface for the Non-Invasive Assessment of Muscles* (HERMENS et al. 2000). Os eletrodos foram fixados à pele do sujeito por meio de adesivos dupla-face após a tricotomia e abrasão com algodão e álcool. Um eletrodo de referência em formato de pulseira foi posicionado sobre o punho dos voluntários após abrasão da pele e colocação de gel condutor.

Para o processamento dos sinais foram utilizadas as cinco bulhas centrais, a fim de assegurar que as análises dos sinais fossem feitas com repetições envolvendo cadência e técnica corretas. As duas primeiras bulhas foram retiradas pois nas duas primeiras repetições os voluntários ainda estavam se adaptando a cadência, as três últimas foram retiradas pois na oitava, nona e decima repetições a fadiga comprometia a execução do exercício seguindo o ritmo estabelecido. Todos os voluntários conseguiram realizar as 10 repetições com a carga determinada na semana anterior. Para a normalização do sinal foram calculadas as médias a cada três amostras de sinal e comparadas. Foi utilizado o maior valor encontrado para os dois exercícios em cada sujeito. Para recorte do sinal foi utilizado um eletrogoniômetro confeccionado pelo próprio Laboratório de Processamento de Sinais Biológicos e Controle Motor – UnB, com seu eixo posicionado sobre o eixo da articulação do cotovelo. Uma gaze foi usada para envolver o braço do voluntário ao final da colocação do eletrodo sobre o músculo bem como do eletrogoniômetro, a fim de manter os cabos e dispositivos bem presos e evitar qualquer tipo de artefato de movimento. A calibração do eletrogoniômetro foi realizada acoplado-o a um transferidor nos ângulos de 30, 60, 90, 120 e 150 graus. O processamento dos sinais foi feito em ambiente MatLab

6.5 (Mathworks; Natick, EUA) com rotinas específicas desenvolvidas para o experimento. Para cada fase do movimento (concêntrica e excêntrica), foi calculado o RMS do sinal.

Análise estatística

Foi previamente calculada a estatística descritiva dos dados e utilizado o teste de *Kolmogorov-Smirnov* para verificar a normalidade dos mesmos.

O RMS da fase concêntrica e excêntrica foi comparado para os dois tipos de exercício, monoarticular e multiarticular, utilizando-se teste-t pareado. O nível de significância adotado foi de 5%.

Resultados

Não houve diferença significativa ($p=0,432$) na média da ativação do músculo tríceps braquial para a fase concêntrica entre os exercícios monoarticular (TP) e multiarticular (SR). Entretanto, a ativação do músculo tríceps braquial foi significativamente maior ($p=0,004$) na fase excêntrica do exercício supino reto quando comparado à encontrada no exercício de extensão de cotovelo na polia (Tabela 1).

Tabela 1: Valores RMS (mV) em cada fase dos exercícios estudados.

	FASE CONCÊNTRICA		FASE EXCÊNTRICA	
	Supino (SR)	Polia (TP)	Supino (SR)	Polia (TP)
Média	18,64	16,86	12,38*	7,07
Desvio padrão	3,95	4,15	4,17	2,01
Valor de p	$p=0,432$		$p=0,004$	

* Ativação eletromiográfica do tríceps braquial foi significativamente maior no supino reto (SR) comparado ao exercício de extensão de cotovelo na polia (TP).

Discussão

O principal achado nesse estudo é que tanto em exercícios monoarticulares quanto multiarticulares, ocorreu uma ativação similar do músculo tríceps braquial quando os exercícios foram realizados com 10 repetições máximas. Observamos ainda que na fase excêntrica o exercício supino reto promoveu uma ativação significativamente maior do músculo tríceps braquial comparada à ativação encontrada durante o exercício de extensão do cotovelo na polia. Essa diferença pode ser atribuída ao fato de que o exercício multiarticular estudado exige um maior controle muscular durante sua execução. A técnica durante o exercício supino reto com barra é considerada determinante para a segurança do praticante, pois qualquer deslizamento durante o exercício, principalmente se for máximo, pode ocasionar lesões sérias ao indivíduo. Tal fato confere ao músculo tríceps braquial a importante função de não apenas ser ativado de forma relevante durante a fase concêntrica do movimento, mas também durante a fase excêntrica, para retorno do praticante à posição inicial. Dessa forma, os resultados do presente estudo parecem sugerir que o exercício multiarticular frequentemente prescrito para trabalhar a musculatura de tórax, como é o caso do supino reto, seja capaz de ativar o músculo tríceps braquial de forma semelhante durante a fase concêntrica e superior durante a fase excêntrica, comparado ao exercício monoarticular com enfoque apenas no músculo tríceps braquial, como é o caso da extensão de cotovelo na polia.

Os resultados encontrados no presente estudo explicam os encontrados nos estudos de Gentil et al. (2013) e Gentil et al. (2015) que compararam os ganhos de pico de torque e espessura da musculatura em treinamentos estruturados apenas com exercícios multiarticulares e em treinamentos contendo exercícios monoarticulares e multiarticulares para sujeitos destreinados. Em ambos os estudos, foram encontrados ganhos similares e sem diferenças significativas entre os grupos. Comparando ainda os resultados do presente estudo com os encontrados por Rocha Júnior et al. (2007), de forma semelhante não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas na ativação da musculatura avaliada durante exercício multiarticular e monoarticular. Embora os exercícios

analisados por esses autores tenham sido o supino reto com barra e o crucifixo máquina, os resultados encontrados no presente estudo se assemelham ao estudo de Rocha Júnior. (2007) no que diz respeito ao isolamento da musculatura não necessariamente ter contribuído de forma significativa para uma diferenciação da ativação dos músculos motores primários em exercícios monoarticulares comparados aos multiarticulares. Apesar desses autores terem verificado uma ativação do músculo tríceps braquial menor em relação ao peitoral maior e deltóide anterior no exercício supino reto comparado ao crucifixo máquina, os autores concluíram que ambos os exercícios podem ser indicados para desenvolver a musculatura do tórax. De forma a complementar os resultados encontrados por Rocha Júnior e colaboradores (2007), os resultados do presente estudo apontam que o exercício supino reto pode ser usado como uma excelente opção de exercício multiarticular para desenvolver não apenas a musculatura do tórax, como concluído por Rocha Júnior et al. (2007), mas também para ativar de forma semelhante ao exercício isolado, que seria a extensão de cotovelo na polia, o músculo tríceps braquial durante a fase concêntrica e até mesmo ativar em maior magnitude durante a fase excêntrica.

Conclusão

Sendo assim, os resultados do presente estudo apontam que o exercício multiarticular aqui estudado além de ser indicado para o treinamento dos músculos do tórax seja no mínimo igualmente eficaz para o treinamento do músculo tríceps braquial.

Portanto, é possível sugerir que novos estudos sejam feitos com a finalidade de se verificar a utilização de exercícios multiarticulares em detrimento de monoarticulares, salvo em casos específicos, com o benefício, dentre outros, de diminuir o tempo gasto durante um programa de treinamento focado em diversos grupamentos musculares.

Referências Bibliográficas

ACSM. **Progression models in resistance training for healthy adults.**

American College of Sports Medicine. Acesso em: 18 setembro 2009.

AUGUSTSSON, J.; KARLSSON, J.; GRIMBY, G. **Effect of pre-exhaustion exercise on lowerextremity muscle activation during a leg press exercise.** The Journal of Strength and Conditioning Research. May, 2003. v.17, n.2, p. 411-416.

BRENNECKE, A. et al. **Neuromuscular Activity During Bench Press Exercise Performed With and Without the Preexhaustion Method.** The Journal of Strength and Conditioning Research. Out, 2009. v. 23, n. 4, p.1933-1940.

CLEMONS, J. et al. **Effect of Grip Width on the Myoelectric Activity of the Prime Movers in the Bench Press.** The Journal of Strength and Conditioning research. April, 1997. v. 11, n. 2, p.82-87.

GENTIL, P. et al. **Effect of adding single-joint exercises to a multi-joint exercise resistance-training program on strength and hypertrophy in untrained subjects.** Appl. Physiol. Nutr. Metab. january, 2013. v.38.

GENTIL, P. et al. **Effects of exercise order on upper-body Muscle activation and exercise performance.** National Strength & Conditioning Association. 2007. v. 21, n. 4, p.1082-1086.

GENTIL, P.; SOARES, S.; BOTTARO, M. **Single vs. Multi-Joint Resistance Exercises: Effects on Muscle Strength and Hypertrophy.** Sports Medicine Research Center. June,2015. v. 6.

HERMENS, HJ. **Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures.** Journal of Electromyography and Kinesiology. 2000. v.10, p.361-374.

KIPPERS, V. et al. **Effects of Variations of the Bench Press exercise on the EMG Activity of Five Shoulder Muscles.** The Journal of Strength and Conditioning Research. Out, 1995.v.9, n.4, p.222-227.

MCCAW, S.; FRIDAY, J. **A comparison of muscle activity between a free weight and machine bench press.** National straight and conditioning association. 1994.v.8, n.4, P.259-264.

MELCHIORRI, G. **Muscle fatigue induced by two different resistances: Elastic tubing versus weight machines.** Journal of Electromyography and Kinesiology. 2011. v. 21, n.6, p.954-959.

ROCHA JUNIOR, V. et al. **Comparação entre a atividade EMG do peitoral maior, deltóide anterior e tríceps braquial durante os exercícios supino reto e crucifixo.** Revista Brasileira Medicina do Esporte. v. 13, n. 1 – Jan/Fev, 2007.

ROCHA JUNIOR, V. et al. **Electromyographic analyses of muscle pre-activation induced by single joint exercise.** Revista Brasileira de Fisioterapia. São Carlos. v. 14, n. 2, p. 158-65, mar./abr. 2010.

SALLES, B. et al. **Comparision of the pre-exhaustion method and the inverse order in lower body exercises.** Revista da Educação Física/UEM. Maringá, v. 19, n. 1, p. 85-92, 1. trim. 2008.

SIMÃO, R. et al. **Influence of exercise order on the number of repetitions performed and perceived exertion during resistance exercises.** Journal of Strength and Conditioning Research, 2005. v.19, n.1, p.152–156.